

A 9161  
03/00  
EDV-L

LuK Lamellen und  
Kupplungsbau GmbH

Industriestraße 3

77815 Bühl

GS 0476

### Patentansprüche

5

1. Verfahren zum Steuern und/oder Regeln einer automatisierten Kupplung und/oder eines automatisierten Getriebes, bei einem Fahrzeug, bei dem mittels eines elektronischen Kupplungsmanagements (EKM) ein Kupplungssollmoment bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Kupplungssollmoment als Ausgangsgröße für eine Anfahrfunktion in Abhängigkeit von geeigneten Eingangsgrößen ermittelt wird.

10

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der folgenden Eingangsgrößen, wie Fahrpedalwinkel (PWG), Motordrehzahl ( $n_{\text{mot}}$ ), Getriebeeingangsdrehzahl ( $n_{\text{get}}$ ), Motormoment ( $M_e$ ), verwendet wird.

15

20

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Anfahrfunktion mittels einer Faktorenberechnung im wesentlichen in zumindest zwei Phasen aufgeteilt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer ersten Phase der Faktorenberechnung die Motordrehzahl im wesentlichen einer Anfahrsolldrehzahl ( $a_{\text{Anf}}$ ) angeglichen wird, um die Anfahrtdrehzahl

einzuregeln, und dass bei einer zweiten Phase der Faktorenberechnung die Motordrehzahl ( $n_{\text{mot}}$ ) mit der Getriebeeingangsdrehzahl ( $n_{\text{get}}$ ) synchronisiert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Berechnung des Kupplungssollmomentes  $M_{\text{Rsoll}}$  mit einer Globalsteuerung ein Momentenbeitrag  $M_{\text{Glob}}$  ermittelt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Momentenbeitrag  $M_{\text{Glob}}$  aus mehreren Anteilen ermittelt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Anteil als Funktion von der Getriebeeingangsdrehzahl ( $n_{\text{get}}$ ) und/oder von der Motordrehzahl ( $n_{\text{mot}}$ ) bestimmt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein motormomentenabhängiger Anteil ( $KME \cdot Me$ ) bestimmt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der motormomentenabhängige Anteil ( $KME \cdot Me$ ) mit einer Speedratio ( $SR$ ) gewichtet wird, wobei  $SR = n_{\text{get}}/n_{\text{mot}}$  gilt, so dass bei Erreichen von Synchron an der Kupplung der motormomentenabhängige Anteil im wesentlichen wirksam wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest bei dem gewichteten, motormomentenabhängigen Anteil ( $SR \cdot KME \cdot Me$ ) eine geeignete Gradientenbegrenzung durchgeführt wird.

- 5
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die ermittelten Anteile durch zumindest einen Regleranteil ergänzt werden, um die phasenspezifischen Aufgaben bei der Anfahrfunktion sicherzustellen.
- 10
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass bei kleineren Werten von der Speedratio (SR) die Einregelung der Anfahrsolldrehzahl ( $n_{\text{Anf}}$ ) im Vordergrund steht und durch eine geeignete Kennlinie zumindest in Abhängigkeit von dem Fahrpedalwinkel (PWG) ermittelt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweils ermittelte Anfahrtdrehzahl mit einem Filter gefiltert wird.
- 15
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass als Filter ein Tiefpaßfilter verwendet wird.
- 20
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Filter mit der Motordrehzahl ( $n_{\text{mot}}$ ) initialisiert wird, falls die Motordrehzahl ( $n_{\text{mot}}$ ) im Neutralgang die Leerlaufdrehzahl wesentlich übersteigt.
- 25
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die mittels der Speedratio (SR) gewichtete Differenz  $[f_1(\text{SR}) \cdot (n_{\text{Anf}} - n_{\text{mot}})]$  über einen PI-Regler mit geeigneten Parametern in einen Beitrag zum Kupplungssollmoment ( $M_{\text{Rsoll}}$ ) umgesetzt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass bei größeren Werten der Speedratio (SR) das Erreichen von Syn-

chron in den Vordergrund rückt und ein PI-Regler mit geeigneten Parametern eingesetzt wird, wobei die mittels der Speedratio (SR) gewichtete Differenz  $[f_2(SR) \cdot (n_{\text{mot}} - n_{\text{get}})]$  dem PI-Regler als Eingangssignal dient und in einen Beitrag zum Kupplungssollmoment  $M_{\text{Rsoll}}$  umgesetzt wird.

5

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweiligen I-Anteile der beiden PI-Regler durch einen gemeinsamen Integrator realisiert werden.

10

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass neben dem gemeinsamen Integrator ein zusätzlicher Integrator verwendet wird.

15

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der zusätzliche Integrator in Reihe geschaltet wird und dass als Parameter eine relativ geringe Verstärkung ( $K_{I3}$ ) verwendet wird.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das als Ausgangsgröße ermittelte Kupplungssollmoment ( $M_{\text{Rsoll}}$ ) begrenzt wird.

20

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass beim Begrenzen des Kupplungssollmomentes ( $M_{\text{Rsoll}}$ ) zumindest im Bereich von niedrigen Werten des Kupplungssollmomentes ( $M_{\text{Rsoll}}$ ) die neue Anfahrfunktion an die bestehende Anfahrfunktion angeglichen wird und dass erst bei steigenden Werten des Kupplungssollmomentes ( $M_{\text{Rsoll}}$ ) die neue Anfahrfunktion von der bestehenden Anfahrfunktion entfernt wird.

25

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Begrenzung des Kupplungssollmomentes ( $M_{\text{Rsoll}}$ ) je-

der Integrator einer geeigneten Maßnahme zur Vermeidung des sogenannten Windups unterzogen wird.

- 5 24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Begrenzen des Kupplungssollmomentes ( $M_{Rsoll}$ ) der I-Anteil ( $M_I$ ) mit folgender Gleichung zurückgerechnet:

$$M_I = M_{Rsoll\_begrenzt} - M_{Glob} - M_D + M_{P1} + M_{P2}$$

mit

10  $M_{Rsoll\_begrenzt}$  = begrenztes Kupplungssollmoment

$M_D$  = Dämpfungsmomentenanteil

$M_{P1}$  = P-Momentenanteil des PI-Regler bei der ersten Phase

$M_{P2}$  = P-Momentenanteil des PI-Regler bei der zweiten Phase

- 15 25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Bestimmung der Anfahrfunktion ein Dämpfungsmomentenanteil ( $M_D$ ) verwendet wird.

- 20 26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Dämpfungsmomentenanteil ( $M_D$ ) beim Einregeln der Anfahr Drehzahl (erste Phase) und/oder beim Synchronisieren (zweite Phase) verarbeitet wird.

- 25 27. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Bestimmung der Anfahrfunktion auf den Anteil als Funktion von der Getriebeeingangsdrehzahl ( $n_{get}$ ) und/oder von der Motordrehzahl ( $n_{mot}$ ) verzichtet wird.

28. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Bestimmung der Anfahrfunktion ein drosselklap-

penabhängiger Anteil ( $K(\alpha)$ ) verwendet wird.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Einführung des Anteils ( $K(\alpha)$ ) für das Kupplungssollmoment ( $M_{Rsoll}$ ) folgende Gleichung gilt:  
 $M_{Rsoll} = K(\alpha) \cdot f(n_{mot})$  mit  $f(n_{mot}) =$  Funktion abhängig von der Motordrehzahl.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass für die zeitliche Ableitung des Kupplungssollmomentes ( $M_{Rsoll}$ ) folgende Gleichung gilt:

$$\frac{d}{dt} M_{Rsoll} = f(n_{mot}) \cdot \frac{dK(\alpha)}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt} + K(\alpha) \cdot \frac{df(n_{mot})}{dn_{mot}} \cdot \frac{dn_{mot}}{dt}$$

31.

- mit  
 $n_{mot} =$  Motordrehzahl und  $K(\alpha) =$  drosselklappenabhängiger Anteil.

32. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest bei dem drosselklappenabhängigen Anteil ( $K(\alpha)$ ) und/oder bei dem motordrehzahlabhängigen Anteil  $f(n_{mot})$  eine geeignete Gradientenbegrenzung durchgeführt wird.

33. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrag des Gradienten  $dK(\alpha)/dt$  geeignet begrenzt wird, um den Einfluß von  $K(\alpha)$  derart zu reduzieren, dass unerwünschte Beschleunigungen des Fahrzeuges vermieden werden.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass durch eine geeignete Begrenzung des Gradienten ( $dK(\alpha)/dt$ ) ein Abfall des Kupplungssollmomentes ( $M_{Rsoll}$ ) bei einem Lastwechsel, insbesondere beim Tipp-In, vermieden wird.

5

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass durch eine geeignete Begrenzung des Gradienten ( $dK(\alpha)/dt$ ) ein plötzliches Zuziehen der Kupplung beim Lastwechsel, insbesondere beim Back-Out, vermieden wird.

10

15

20

25

30



LuK Lamellen und  
Kupplungsbau GmbH

Industriestraße 3

77815 Bühl

GS 0476

### Getriebe

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern und/oder Regeln einer automatisierten Kupplung und/oder eines automatisierten Getriebes eines Fahrzeugs, bei dem mittels eines elektronischen Kupplungsmanagements (EKM) ein Kupplungssollmoment bestimmt wird, sowie eine Vorrichtung zur Steuerung und ein solches Getriebe.

15

Aus der Fahrzeugtechnik sind automatisierte Kupplungen und/oder automatisierte Getriebe bekannt, wodurch insgesamt eine Automatisierung des Antriebsstranges eines Fahrzeugs, insbesondere eines Kraftfahrzeuges ermöglicht wird. Durch ein elektronisches Kupplungsmanagement (EKM) wird ein Einkupplvorgang bei einem gewünschten Schaltvorgang automatisiert.

20

Dazu ist es erforderlich, dass mit Hilfe der automatisierten Kupplung ein entsprechendes Kupplungssollmoment unter vorliegenden Betriebsbedingungen bestimmt wird. Insbesondere beim Anfahrvorgang werden erhöhte Anforderungen an das Kupplungsmanagement gestellt. Beispielsweise muß dabei in einem bestimmten Maß Einflußmöglichkeiten durch den Fahrer berücksichtigt werden und auch veränderte Betriebsbedingungen, wie z. B. ansteigendes Motormoment bei Turbomotoren oder Kupplungseigenschaften berücksichtigt werden.

25

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Steuern und/oder Regeln einer automatisierten Kupplung und/oder eines automatisierten Getriebes zu schaffen, bei dem die Anfahrunktionalität insbesondere des elektronischen Kupplungsmanagement verbessert wird.

10 Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass von dem elektronischen Kupplungsmanagement eine Anfahrfunktion in Abhängigkeit von vorbestimmten Eingangsgrößen mit dem Kupplungssollmoment als Ausgangsgröße ermittelt wird, welches dann an der Kupplung des Fahrzeugs eingestellt werden soll. Dadurch kann bei einem Fahrzeug bzw. bei einem Kraftfahrzeug mit automatischer Kupplungs- und/oder Getriebesteuerung die Anfahrtdrehzahl in stärkerem Maß einem Fahrerwunsch, beurteilt z. B. nach einer Fahrpedal- oder Drosselklappenstellung, entsprechen. Die Anfahrunktionalität des elektronischen

15 Kupplungsmanagement wird dahingehend erweitert, dass insbesondere eine definierte Motordrehzahl während des Anfahrvorgangs eingestellt werden kann. Somit ist eine verbesserte Reproduzierbarkeit von Anfahrten bei veränderlichen Betriebsbedingungen möglich.

20 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann das Kupplungssollmoment durch die Anfahrfunktion in Abhängigkeit zumindest einer der folgenden Eingangsgrößen, wie z. B. Fahrpedalwinkel, Motordrehzahl, Getriebeeingangs-drehzahl und/oder Motormoment, bestimmt werden.

25 Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Anfahrfunktion mit Hilfe einer Faktorenberechnung im wesentlichen in zwei Phasen aufgeteilt wird. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass dabei weitere Phasen vorgesehen werden, um den Anfahrvorgang bei einem Fahrzeug weiter zu optimieren.

In vorteilhafter Weise wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorzugsweise in einer ersten Phase der Faktorenberechnung dafür gesorgt, dass die Motordrehzahl im wesentlichen einer Anfahrsolldrehzahl folgt, um die Anfahrddrehzahl einzuregeln. In einer zweiten Phase wird dagegen die Angleichung von der  
5 Motordrehzahl und der Getriebeeingangsdrehzahl verlangt, um diese zu synchronisieren. Dadurch wird eine scharfe Umschaltung zwischen den Phasen vermieden und in Abhängigkeit von einer sogenannten Speedratio, welche definiert ist als Quotient aus Getriebeeingangsdrehzahl und Motordrehzahl, ein kontinuierliches Überblenden der beiden Phasen innerhalb des Anfahrvorganges ermöglicht.  
10

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass zur Berechnung des Kupplungssollmomentes als Ausgangsgröße zunächst ein Momentenbeitrag gemäß einer Globalsteuerung ermittelt wird. Dazu können z. B. Anteile als  
15 Funktionen von der Getriebeeingangsdrehzahl und/oder der Motordrehzahl bestimmt werden. Des weiteren ist auch die Verwendung eines motormomentenabhängigen Anteils möglich. Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn der motormomentenabhängige Anteil durch die Speedratio geeignet gewichtet wird, so dass dieser gerade bei Erreichen des Synchronpunktes an der Kupplung seine  
20 volle Wirksamkeit erreicht wird. Selbstverständlich ist es auch denkbar, dass noch weitere Anteile bei der Bestimmung der Anfahrfunktion verwendet werden.

Es hat sich gezeigt, dass eine geeignete Gradientenbegrenzung beispielsweise des motormomentenabhängigen Anteils besonders vorteilhaft ist, um die Anfahrunktionalität des elektronischen Kupplungsmanagement durch das erfindungsgemäße Verfahren weiter zu verbessern.  
25

Die vorgenannten Anteile können z. B. durch entsprechende Regelanteile, deren Ziel die Sicherstellung der oben genannten phasenspezifischen Aufgaben  
30 ist, ergänzt werden.

5 Gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung kann beispielsweise bei kleineren Werten der Speedratio, z. B. wenn der Wert des Speedratio (SR) etwa im Bereich von  $SR < 0,5$  bis  $0,7$  liegt, eine Einregelung der Anfahrsohldrehzahl im Vordergrund stehen. Dabei ist es möglich, dass die Anfahrtdrehzahl über eine geeignete, z. B. monoton wachsende Kennlinie in Abhängigkeit vom Fahrpedalwinkel ermittelt wird. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass eine beliebig anders ausgestaltete Kennlinie dabei verwendet wird.

10 Zur Vermeidung von schnellen und/oder zeitweise gegenläufigen Änderungen des Fahrpedalwinkels bzw. des Drosselklappenwinkels zu Änderungen des Kupplungssollmomentes wird die ermittelte Anfahrtdrehzahl beispielsweise tiefpaßgefiltert, vorzugsweise mit einem PTI-Glied. Es ist auch denkbar, dass andere Filterglieder verwendet werden können.

15

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, dass der verwendete Filter mittels der Motordrehzahl initialisiert wird, insbesondere wenn die Motordrehzahl im Neutralgang eine Leerlaufdrehzahl wesentlich, z. B. um Werte, die etwa bei 500 Umdrehungen pro Minute liegen, übersteigt. Selbstverständlich kann die Initialisierung auch bei kleineren oder größeren Werten erfolgen.

20

Die bei der Faktorenberechnung von der Speedratio gewichtete Differenz  $f_1(SR) \cdot (n_{\text{Anf}} - n_{\text{mot}})$  kann z. B. über einen PI-Regler in einem Beitrag zu dem Kupplungssollmoment umgesetzt werden. Der PI-Regler kann als Parameter den Faktor KP1 des Proportionalgliedes und den Faktor KI1 des Integrators aufweisen. Selbstverständlich kann auch ein anderer Regler und/oder andere Parameter verwendet werden.

25

Insbesondere für größere Werte der Speedratio, z. B. wenn der Wert der Speedratio (SR) etwa im Bereich von  $SR > 0,6$  bis  $0,9$  liegt, kann das Erreichen des Synchronpunktes in den Vordergrund bei der Faktorenberechnung rücken. Es ist denkbar, dass dieses auch bei von den angegebenen Werten der Speedratio abweichenden Werten vorgesehen werden kann.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung kann auch ein PI-Regler eingesetzt werden, dessen Eingangsgröße z. B.  $f_2(SR) \cdot (n_{\text{mot}} - n_{\text{get}})$  darstellt. Vorzugsweise weist der PI-Regler als Parameter den Faktor KP2 des Proportionalgliedes und den Faktor KI2 des Integrators auf. Auch hier ist die Verwendung von anderen Reglern und/oder Parametern möglich.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass vorzugsweise die I-Anteile beider Regelungen durch denselben Integrator realisiert werden. Dadurch wird in vorteilhafter Weise die Komplexität der verwendeten Schaltung verringert. Es kann vorgesehen sein, dass zu dem vorhandenen Integrator ein zusätzlicher Integrator verwendet wird, der z. B. in Reihe geschaltet ist. Der zusätzliche Integrator kann beispielsweise eine kleinere Verstärkung KI3 aufweisen, um Dauerschlupf an der Kupplung, z. B. aufgrund rampenförmiger Störgrößen, wie einem kontinuierlich anwachsenden Motormoment, entgegenzuwirken. Es ist denkbar, dass auch noch weitere Integratoren verwendet werden, wobei auch eine andere Schaltungskonstellation vorgesehen werden kann, sowie größere oder kleinere Verstärkungen verwendet werden können.

Nach einer anderen Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass bei dem erfindungsgemäßen Verfahren das als Ausgangsgröße ermittelte Kupplungssollmoment begrenzt wird. Beispielsweise kann das Kupplungssollmoment ( $M_{\text{Rsoll}}$ ) durch die Bedingung  $M_{\text{Rsoll}} \geq 0$ , begrenzt werden. Falls das Kupplungssollmoment einer solchen Begrenzung unterliegt, kann der verwendete Integrator und/oder die gegebenenfalls getrennten Integratoren einer

geeigneten Maßnahme zur Vermeidung eines sogenannten Windups unterzogen werden. Dies kann z. B. dadurch erreicht werden, dass nach der Begrenzung des Kupplungssollmoments auf einen entsprechenden I-Momentenanteil ( $M_I$ ) zurückgerechnet wird. Vorzugsweise kann dies durch die Subtraktion des

5 Momentenbeitrages der Globalsteuerung ( $M_{Glob}$ ) und eines Dämpfungs-Momentenanteils ( $M_D$ ) sowie durch Addition der P-Anteile  $M_{P1}$  und  $M_{P2}$  der Pi-Regler der ersten und der zweiten Phase bei der Faktorenberechnung von bzw. zu dem begrenzten Kupplungssollmomentes ( $M_{Rsoll\_begrenzt}$ ) erfolgen.

10 Somit gilt folgende Gleichung:

$$M_I = M_{Rsoll\_begrenzt} - M_{Glob} - M_D + M_{P1} + M_{P2}$$

mit

$M_{Rsoll\_begrenzt}$  = begrenztes Kupplungssollmoment

15  $M_D$  = Dämpfungsmomentenanteil

$M_{P1}$  = P-Momentenanteil des PI-Regler bei der ersten Phase

$M_{P2}$  = P-Momentenanteil des PI-Regler bei der zweiten Phase

Selbstverständlich können beim Zurückrechnen auf den I-Momentenanteil auch

20 andere bzw. weitere Anteile berücksichtigt werden.

Eine weitere erfindungsgemäße Verfahrensvariante kann vorsehen, dass bei der Bestimmung der Anfahrfunktion ein Dämpfungsanteil einfließt. Dieser Dämpfungsanteil kann sowohl bei der ersten Phase, also beim Einregeln der

25 Anfordrehzahl als auch bei der zweiten Phase der Faktorenberechnung, also beim Synchronisieren bzw. Schlupfabbauen, verarbeitet werden. Bei der ersten Phase kann die Verwendung des Dämpfungsanteils in vorteilhafter Weise eine starke Änderung, z. B. der Motordrehzahl, verhindern. Bei der zweiten Phase bzw. Synchronisierungsphase wird der Dämpfungsanteil vorzugsweise auf die

30 Differenz von Motordrehzahl und Getriebeeingangsdrehzahl angewendet.

Eine andere Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass bei der Bestimmung des Kupplungssollmomentes durch die Anfahrfunktion z. B. auf den getriebeeingangs-drehzahl- und/oder motordrehzahlabhängigen Anteil verzichtet wird.

- 5 Selbstverständlich können beliebige andere Anteile reduziert oder weggelassen werden, um insgesamt die Ermittlung der Anfahrfunktion bei dem erfindungsgemäßen Verfahren weiter zu optimieren.

10 Bei einer weiteren Variation der Erfindung ist es vorteilhaft, wenn bei der Bestimmung der Anfahrfunktion z. B. ein drosselklappenabhängiger Anteil  $K(\alpha)$  verwendet wird. Durch die Einführung des Anteils  $K(\alpha)$  ergibt sich für  $M_{Rsoll}$  folgende Gleichung:

$$M_{Rsoll} = K(\alpha) \cdot f(n_{mot})$$

15 mit

$f(n_{mot})$  = Funktion abhängig von der Motordrehzahl.

20 Es kann vorgesehen sein, dass dieser drosselklappenabhängige Anteil sowohl alleine als auch im Zusammenhang mit den bereits genannten Anteilen zur Bestimmung der Anfahrfunktion verwendet wird. Durch die Verwendung des drosselklappenabhängigen Anteils kann z. B. bei steigendem Drosselklappenwinkel das Kupplungssollmoment reduziert werden, um die Anfahr-drehzahl anzuheben und zu verhindern, dass beim Anfahrvorgang über einen größeren Lastbereich nahezu identische Motordrehzahlen vorliegen. Insbesondere kann bei der Be-

25 rechnung des Kupplungssollmomentes der drosselklappenabhängige Anteil und/oder der motordrehzahlabhängige Anteil reduziert werden.

30 Unter Berücksichtigung der stationären und der dynamischen Vorgänge bei einer Anfahrvorgang eines Kraftfahrzeugs wird gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass zumindest der Gradient eines Anteils bei

- der Ermittlung der Anfahrfunktion geeignet begrenzt wird. Besonders vorteilhaft ist die Begrenzung des Gradienten des drosselklappenabhängigen Anteils und/oder des motordrehzahlabhängigen Anteils. Durch eine geeignete Wahl der Grenzen, insbesondere bei dem Gradienten des drosselklappenabhängigen
- 5 Anteils läßt sich der Einfluß des Anteils soweit reduzieren, dass unerwünschte Beschleunigung des Fahrzeuges vermieden werden können.

Insbesondere die dynamischen Vorgänge bei einem Anfahrvorgang werden durch folgende Gleichung dargestellt

10

$$\frac{d}{dt} M_{Rsoll} = f(n_{mot}) * \frac{dK(\alpha)}{d\alpha} * \frac{d\alpha}{dt} + K(\alpha) * \frac{df(n_{mot})}{dn_{mot}} * \frac{dn_{mot}}{dt}$$

mit

$n_{mot}$  = Motordrehzahl

- 15  $K(\alpha)$  = drosselklappenabhängiger Anteil.

- Bei einem Lastwechsel, insbesondere bei einem Tipp-in kann durch eine geeignete Begrenzung des Gradienten des drosselklappenabhängigen Anteils ein Einbruch des Kupplungssollmomentes im Anschluß an den Tipp-in weitgehend
- 20 vermieden werden. Je nach Betriebsbedingungen ist eine geeignete Begrenzung des Gradienten zu finden, um insgesamt einen optimierten Anfahrvorgang zu gewährleisten.

- Auch bei einem anderen Lastwechsel, insbesondere bei einem Back-out, ist
- 25 eine Begrenzung des Betrages des Gradienten vorteilhaft. Durch einen extrem flachen Anstieg des drosselklappenabhängigen Anteils läßt sich ein unerwünschtes Zuziehen der Kupplung beim Back-out vollständig unterdrücken.



Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich wie beschrieben beim elektronischen Kupplungsmanagement (EKM) als auch bei einem automatisierten Schaltgetriebe (ASG) prinzipiell anwenden. Darüber hinaus ist es auch denkbar, dass das erfindungsgemäße Verfahren bei stufenlosen CVT-Getrieben eingesetzt werden kann.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Zeichnung.

Es zeigen:

- Figur 1 ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Figur 2 ein Diagramm mit einem prinzipiellen Ablauf eines Anfahrvorganges;
- Figur 3 ein Diagramm mit einem Anfahrvorgang mit einem Tip-In; und
- Figur 4 ein Diagramm mit einem Anfahrvorgang mit Back-out.

In Figur 1 ist eine Anfahrstrategie in Form eines Blockschaltbildes dargestellt. Es handelt sich hierbei insbesondere um eine globalsteuerungskompatible Anfahrfunktion, bei der die Anfahrddrehzahl eingeregelt wird.

Als Eingangsgrößen sind bei dieser Anfahrstrategie der Fahrpedalwinkel PWG, die Motordrehzahl  $n_{\text{mot}}$ , die Getriebeeingangsdrehzahl  $n_{\text{get}}$  und das Motor-moment  $M_e$  vorgesehen. Diese Eingangsgrößen werden zu dem als Ausgangsgröße vorgesehenen Kupplungssollmoment  $M_{\text{Rsoll}}$  verarbeitet.

5

Mit dem Fahrpedalwinkel wird über eine Anfahrssolldrehzahlberechnung eine Anfahrddrehzahl ermittelt, welche mit der Motordrehzahl abgeglichen wird und als Eingangsgröße für die erste Phase (Einregeln Anfahrddrehzahl) dient. Diese Eingangsgröße wird über einen PI-Regler mit den Parametern KP1 und KI1 in  
10 ein Momentenbeitrag  $M_{\text{P1}}$  und  $M_{\text{I}}$  umgesetzt.

Die Motordrehzahl wird mit der Getriebeeingangsdrehzahl abgeglichen und dient als Eingangsgröße für die Synchronisierungsphase. In dem Block Syn-chronisieren ist ebenfalls ein PI-Regler mit den Parametern KI2 und KPp2 vor-  
15 gesehen, so dass ein Momentenbeitrag  $M_{\text{P2}}$  ausgegeben wird. Der I-Anteil des PI-Reglers wird mit dem I-Anteil des PI-Reglers des Blockes Einregeln Anfahrddrehzahl addiert und einem Integrator zugeführt. Die Ausgangsgröße des Integrators bildet dann den Momentenanteil  $M_{\text{I}}$ .

20 Die Motordrehzahl und die Getriebeeingangsdrehzahl dienen als Eingangsgrößen der Faktorenberechnung, bei der mit einer Speedratio SR, welche durch den Quotient von Getriebeeingangsdrehzahl und Motordrehzahl definiert ist, gewichtet. Diese Wichtung wird durch die Funktionen  $f_1$  (SR) und  $f_2$  (SR) durchgeführt. Die Funktion  $f_1$  (SR) dient als Eingangsgröße für den Block Einregeln  
25 der Anfahrddrehzahl und die Funktion  $f_2$  (SR) dient als Eingangsgröße für den Block Synchronisieren.

Die Motordrehzahl ist auch als Eingangsgröße für den Dämpfungsanteil vorgesehen. Bei dem Dämpfungsanteil nimmt zusätzlich die Funktion  $f_1$  (SR) Einfluß,

so dass insgesamt als Ausgangsgröße ein Dämpfungsmomentenbeitrag  $M_D$  ausgegeben wird.

5 Das Motormoment wird durch die Faktorenberechnung gewichtet und bildet eine Eingangsgröße für die Globalsteuerung. Des weiteren sind die Motordrehzahl und die Getriebeeingangsdrehzahl als Eingangsgrößen für die Globalsteuerung vorgesehen. Als gemeinsame Ausgangsgröße wird ein Momentenbeitrag  $M_{Glob}$  ausgegeben.

10 Die gemeinsame Ausgangsgrößen der Blöcke Einregeln Anfahrdrehzahl und Synchronisieren werden mit dem Dämpfungsmomentenbeitrag  $M_D$  abgeglichen. Die dabei entstehende Ausgangsgröße wird dann zu dem Momentenbeitrag  $M_{Glob}$  addiert und bildet letztendlich das gewünschte Kupplungssollmoment  $M_{Rsoll}$  als Ausgangsgröße.

15

In Figur 2 ist ein Anfahrvorgang über die Zeit dargestellt. Das Diagramm in die erste Phase (Einregeln Anfahrdrehzahl) und in die zweite Phase (Synchronisieren bzw. Schlupfabbau) eingeteilt. In dem Diagramm sind die Verläufe der Anfahrdrehzahl  $n_{Anf}$ , die Motordrehzahl  $n_{mot}$  und die Getriebeeingangsdrehzahl  $n_{get}$  dargestellt.

20

Es wird deutlich, dass bei der ersten Phase die Motordrehzahl an die Anfahrdrehzahl angepaßt wird, so dass sie zum Ende der ersten Phase mit dem Verlauf der Anfahrdrehzahl übereinstimmt. Bei Beginn der zweiten Phase (Synchronisierungsphase) wird die Motordrehzahl an die mit konstanter Steigung verlaufende Getriebeeingangsdrehzahl angeglichen und verläßt damit den Verlauf der Anfahrdrehzahl.

25

Etwa bei 3 Sekunden ist die Motordrehzahl und die Getriebeeingangsdrehzahl in etwa identisch, so dass der weitere Verlauf der Motordrehzahl und der Getriebeeingangsdrehzahl identisch ist. Ab diesem Zeitpunkt sind die Motordrehzahl und die Getriebeeingangsdrehzahl synchronisiert.

5

In Figur 3 ist ein Anfahrvorgang mit Tipp-In dargestellt. Das Bild umfaßt zwei Darstellungen, wobei u. a. das Kupplungssollmoment  $M_{Rsoll}$  und die Motordrehzahl  $n_{mot}$  mit durchgezogener Linie, die Getriebeeingangsdrehzahl  $n_{get}$  mit gepunkteter Linie und ein drosselklappenabhängiger Faktor  $K(\alpha)$  sowie der Drosselklappenwinkel DKLW mit gestrichelter Linie über die Zeit dargestellt sind.

10

15

Aus dem Diagramm wird die Wirkung der Gradientenbegrenzung von  $K(\alpha)$  bei einem Anfahrvorgang mit Tipp-In deutlich. In der oberen Darstellung ist der begrenzte Gradient von  $K(\alpha)$  zu erkennen. Aufgrund dieser Begrenzung kann ein Einbruch des Kupplungssollmoment  $M_{Rsoll}$  im Anschluß an den Tipp-in weitgehend vermieden werden. Es muß jedoch bemerkt werden, dass ein Kompromiss in der Abstimmung des Gradienten eingegangen werden muß.

20

In Figur 4 ist ein Anfahrvorgang mit Back-out dargestellt. Das Bild umfaßt zwei Darstellungen, wobei u. a. das Kupplungssollmoment  $M_{Rsoll}$  und die Motordrehzahl  $n_{mot}$  mit durchgezogener Linie, die Getriebeeingangsdrehzahl  $n_{get}$  mit gepunkteter Linie und ein drosselklappenabhängiger Faktor  $K(\alpha)$  sowie der Drosselklappenwinkel DKLW mit gestrichelter Linie über die Zeit dargestellt sind.

25

Aus dem Diagramm wird die Wirkung der Gradientenbegrenzung von  $K(\alpha)$  bei einem Anfahrvorgang mit Back-out deutlich. In der oberen Darstellung ist der begrenzte Gradient von  $K(\alpha)$  zu erkennen. Durch einen extrem flachen Anstieg

von  $K(\alpha)$  läßt sich ein plötzliches Zuziehen der Kupplung vollständig unterdrücken.

5 Für das Ermitteln des Kupplungssollmomentes ist eine Gradientenbegrenzung auf einen oder auf mehrere Anteilen vorteilhaft, so dass insbesondere die Anfahrunktionalität einer automatisierten Kupplung und/oder eines automatisierten Getriebes verbessert wird.

10 Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Patentschutzes. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder Zeichnungen offenbarte Merkmalskombination zu beanspruchen.

15 In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmalskombinationen der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

20

Da die Gegenstände der Unteransprüche im Hinblick auf den Stand der Technik am Prioritätstag eigene und unabhängige Erfindungen bilden können, behält die Anmelderin sich vor, sie zum Gegenstand unabhängiger Ansprüche oder Teilungserklärungen zu machen. Sie können weiterhin auch selbständige Erfindungen  
25 enthalten, die eine von den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

Die Ausführungsbeispiele sind nicht als Einschränkung der Erfindung zu verstehen. Vielmehr sind im Rahmen der vorliegenden Offenbarung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich, insbesondere solche Varianten, Elemente  
30 und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination

oder Abwandlung von einzelnen in Verbindung mit den in der allgemeinen Beschreibung und Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen bzw. Elementen oder Verfahrensschritten für den Fachmann im Hinblick auf die Lösung der Aufgabe entnehmbar sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten bzw. Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Herstell-, Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.

10



15

20

25

30

LuK Lamellen und  
Kupplungsbau GmbH

Industriestraße 3

77815 Bühl

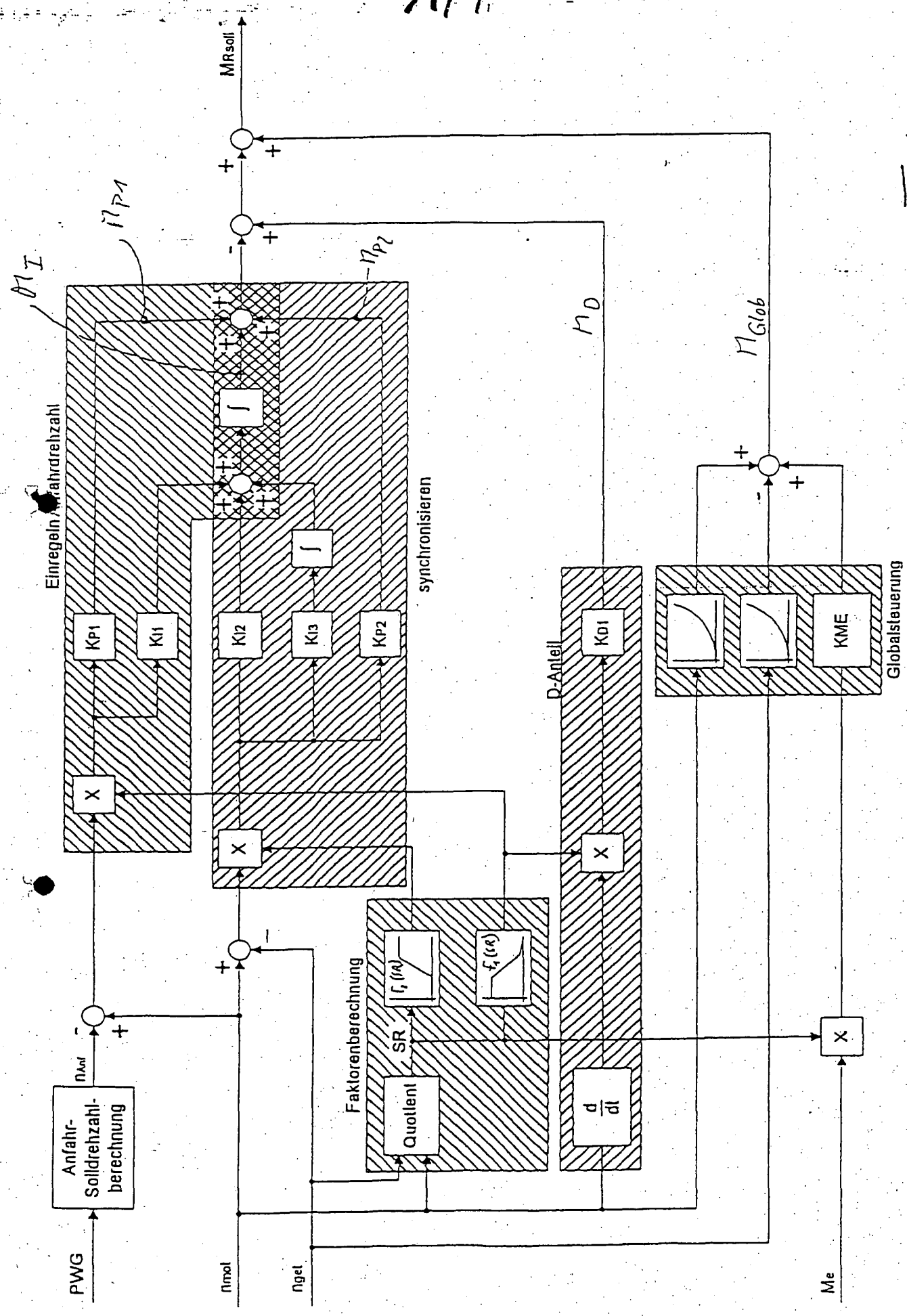
GS 0476

### Zusammenfassung

- 5 Es wird ein Verfahren zum Steuern und/oder Regeln einer automatisierten Kupplung und/oder eines automatisierten Getriebes eines Fahrzeugs vorgeschlagen, bei dem mittels eines elektronischen Kupplungsmanagements (EKM) ein Kupplungssollmoment bestimmt wird, wobei das Kupplungssollmoment als Ausgangsgröße für eine Anfahrfunktion in Abhängigkeit von geeigneten Eingangsgrößen
- 10 ermittelt wird.

1/4

Fig 1





2/4

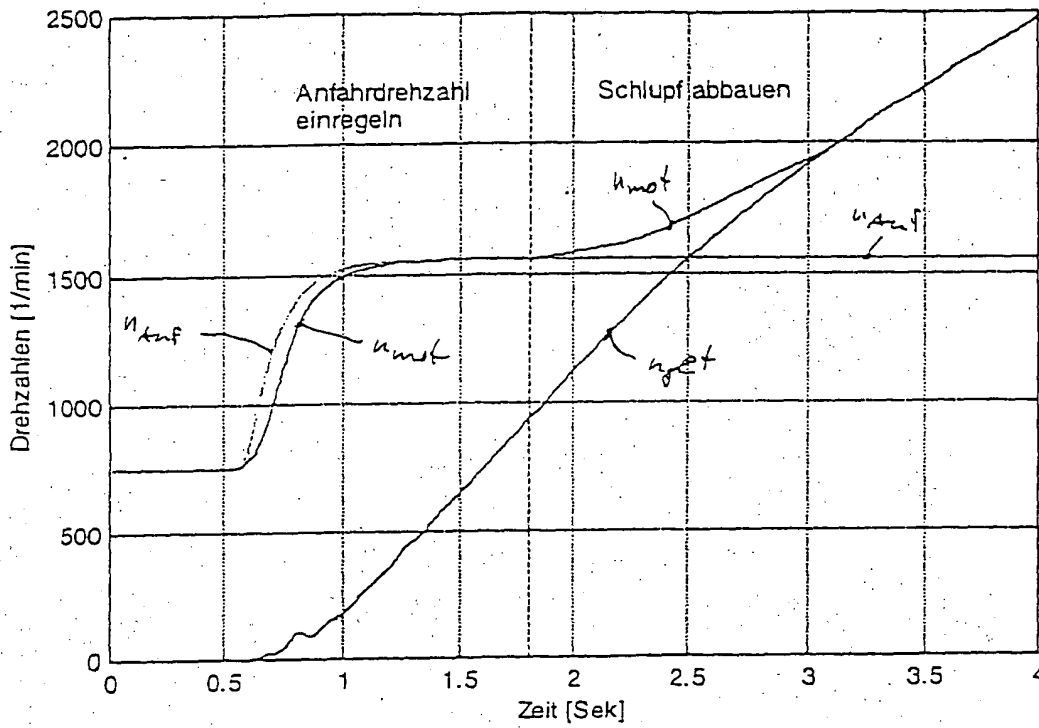


Fig. 2

314

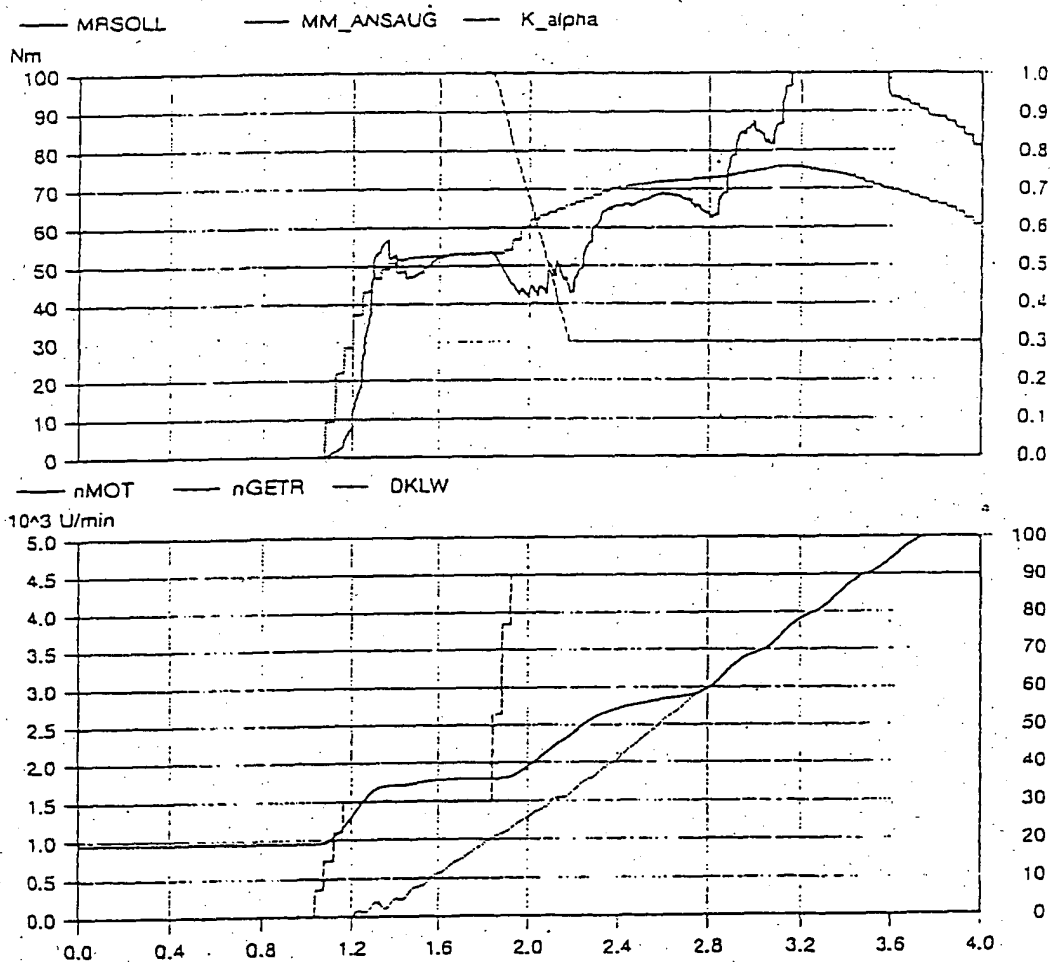


Fig. 3

414

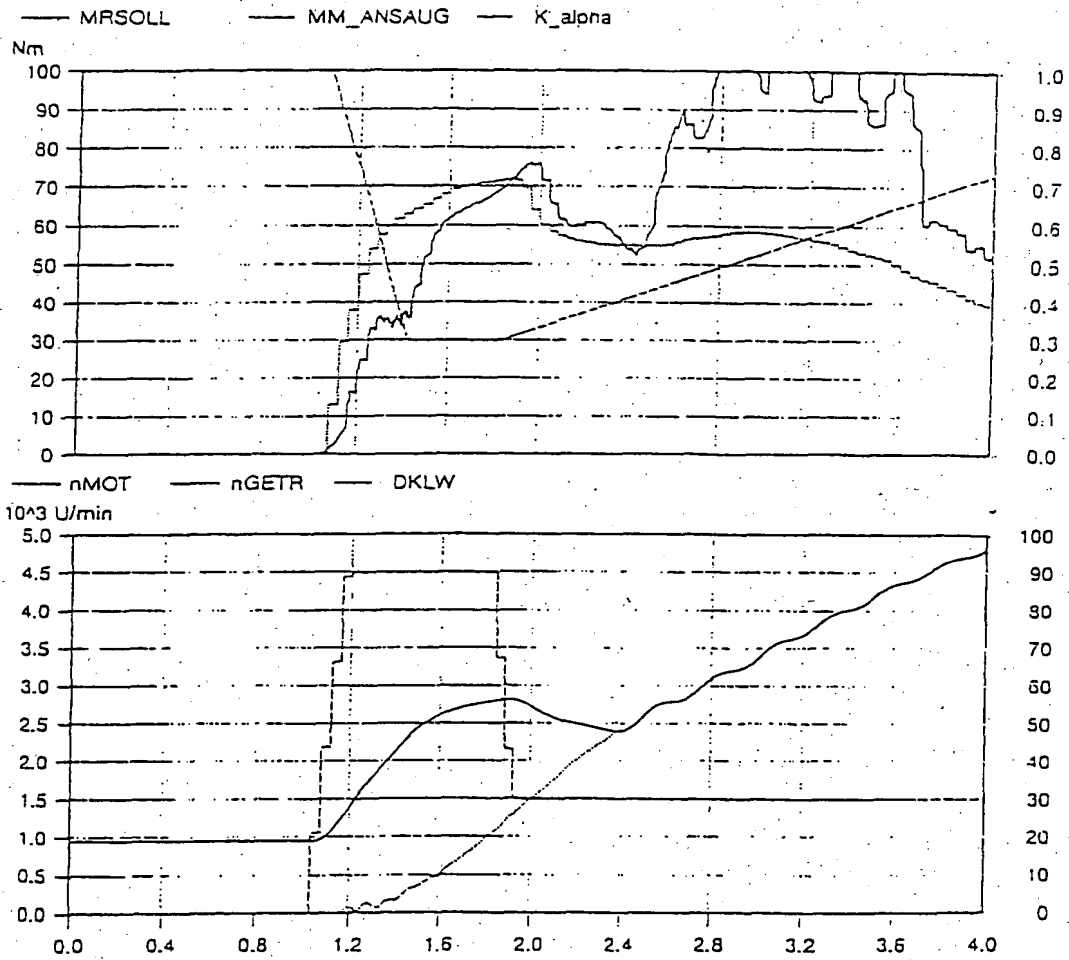


Fig 4